

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-170815

(P2002-170815A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号

H 0 1 L 21/3065

G 0 3 F 7/40

H 0 1 L 21/027

21/304

6 4 5

// H 0 5 H 1/46

F I

G 0 3 F 7/40

H 0 1 L 21/304

H 0 5 H 1/46

H 0 1 L 21/302

21/30

テ-マ-ト\* (参考)

2 H 0 9 6

6 4 5 C 5 F 0 0 4

M 5 F 0 4 6

H

5 7 2 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-367092(P2000-367092)

(22) 出願日 平成12年12月1日 (2000.12.1)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 新井 啓文

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 田中 昇

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

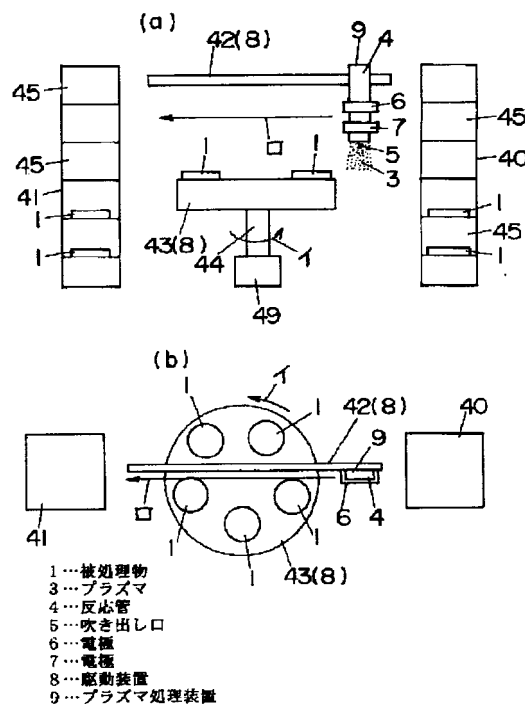
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面処理装置及び表面処理方法

(57) 【要約】

【課題】 均一な表面処理を行うことができる表面処理方法を提供する。

【解決手段】 筒状の反応管4の片側を吹き出し口5として開放する。反応管4の外側に複数の電極6、7を配設する。電極6、7間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管4内にプラズマ3を生成する。反応管4内に生成されたプラズマ3を吹き出し口5から吹き出して被処理物1の表面に吹き付けることによって、反応管4の吹き出し口5よりも長い被処理物1を表面処理する表面処理方法に関する。反応管4と被処理物1の少なくとも一方を被処理物1の表面に対して略平行に移動させながら被処理物1を回転あるいは旋回させて、吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3を被処理物1の表面に吹き付ける。被処理物1の表面の全面に亘って略均一にプラズマ3を供給することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 片側を吹き出し口として開放した筒状の反応管と、複数の電極とを具備し、電極間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管内にプラズマを生成すると共に反応管内に生成されたプラズマを吹き出し口から吹き出して被処理物の表面に吹き付けるためのプラズマ処理装置、及び反応管と被処理物の少なくとも一方を被処理物の表面に対して略平行に移動させながら被処理物を回転あるいは旋回させるための駆動装置を備えて成ることを特徴とする表面処理装置。

【請求項2】 電極を反応管の外側に設けて成ることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。

【請求項3】 筒状の反応管の片側を吹き出し口として開放し、複数の電極を具備し、電極間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管内にプラズマを生成すると共に反応管内に生成されたプラズマを吹き出し口から吹き出して被処理物の表面に吹き付ける表面処理方法において、反応管と被処理物の少なくとも一方を被処理物の表面に対して略平行に移動させながら被処理物を回転あるいは旋回させて、吹き出し口から吹き出されるプラズマを被処理物の表面に吹き付けることを特徴とする表面処理方法。

【請求項4】 電極を反応管の外側に設けることを特徴とする請求項3に記載の表面処理方法。

【請求項5】 プラズマを被処理物の表面に吹き付けることによって、レジストアッシングと被処理物の洗浄の少なくとも一方を行うことを特徴とする請求項3又は4に記載の表面処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジストアッシング（レジスト剥離）や被処理物の洗浄を好適に行うための表面処理装置及び表面処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、シリコンウェハー（Siウェハー）などの半導体基板をエッチングするにあたっては、例えば、次のようにして行われる。まず、図3

（a）に示すように、半導体基板30の片側の表面の全面に亘ってネガ型のフォトレジスト31を形成する。次に、所望のパターンに形成されたフォトマスクをフォトレジスト31の表面に配置した後、紫外線等の光を照射することによって、フォトマスクで覆われない部分においてフォトレジスト31を硬化させる。尚、図3（b）において、フォトレジスト31の未硬化部分を点々模様で示す。次に、図3（c）に示すように、現像液を用いてフォトレジスト31の未硬化部分を除去して現像する。このようにして半導体基板30の表面にフォトレジスト31の硬化部分を残存させた後、図3（d）に示すように、エッチング液を用いてフォトレジスト31の硬化部分で覆われていない箇所において半導体基板30を

エッチングする。この後、剥離液を用いて半導体基板30の表面のフォトレジスト31を除去することによって、半導体基板30を所望のパターンにエッチングすることができる。

【0003】しかし、上記のエッチング方法では、フォトレジスト31の露光むらや現像むらなどにより、図4に示すように、フォトレジスト31の硬化部分の縁部にフィレット（極微小ヒゲ）と称される不要残存部32が形成されたり、半導体基板30の表面にスカムと称される残渣33が残存したりすることがあり、この不要残存部32や残渣33が原因でエッチング液が半導体基板30のエッチングすべき箇所に供給されず、精度の高いエッチングを行うことができないという問題があった。例えば、TFT等の3 $\mu$ m幅のパターンを描く場合、フォトレジスト31の硬化部分も3 $\mu$ m幅（図4にaで示す）で約0.1 $\mu$ m厚（図4にbで示す）に形成するようにするが、不要残存部32が約0.2 $\mu$ m長（図4にcで示す）で約0.01 $\mu$ m厚（図4にdで示す）に形成されることになり、エッチング時に $\pm 0.3\mu$ m程度の精度のバラツキが生じるものであった。

【0004】そこで、上記の現像工程の後に、半導体基板30及びこれに残存する硬化したフォトレジスト31に表面側からプラズマを供給することによって、不要残存部32や残渣33を除去することが行われている。すなわち、硬化したフォトレジスト31に表面側からプラズマを供給してフォトレジスト31の表面を薄い厚み（図4にクロス斜線で示す部分であって、例えば、厚みeが約0.015 $\mu$ mの部分）でアッシングする（薄皮アッシング又は薄皮剥がしという）ことによって不要残存部32を除去し、また、半導体基板30に表面側からプラズマを供給することによって、残渣33を除去するようにしている。そして、このようにプラズマを供給することにより不要残存部32や残渣33を除去するにあたって、従来では、真空条件下で発生させた真空プラズマを用いていたが、真空プラズマを発生させて上記のように処理をする装置は高価であり、特に、1m角の大きさの半導体基板30を処理するものは非常に高価であり、且つ装置が大型化して広い設置場所が必要であり、さらに、真空にする工程が必要であったりバッチ処理しか行うことができなかったりして処理効率が低いという問題がある。そこで、大気圧近傍の圧力下で半導体基板30の表面にプラズマを供給することができるプラズマ処理装置が本出願人により提案されている。

【0005】図5（a）に大気圧近傍の圧力下で半導体基板30などの被処理物にプラズマを供給して表面処理（上記のアッシングや洗浄）することができるプラズマ処理装置9の一例を示す。このプラズマ処理装置9は反応管4と、反応管4の外側に配置された複数の（一対）の電極6、7と、電極6、7の間に電圧を印加するための電源22とを備えて形成されている。反応管4は扁平

形状の略角筒状に形成されており、電極6、7の間に対応する位置において反応管4内には放電空間21が形成されている。また、反応管4の上面はガス導入口23として略全面に亘って開放されていると共に反応管4の下面は吹き出し口5として略全面に亘って開放されている。この吹き出し口5及びガス導入口23は反応管4内の放電空間21と連通して形成されている。また、図5(b)に示すように、吹き出し口5は反応管4の幅広方向と平行方向に長く且つ反応管4の幅狭方向と平行方向に短いスリット形状に形成されている。

【0006】そして、上記のようなプラズマ処理装置9を用いて被処理物の表面を表面処理するにあたっては、次のようにして行う。まず、ガス導入口23から反応管4内にプラズマ生成用ガスを導入すると共にプラズマ生成用ガスを反応管4内で上から下に向かって流して放電空間21に導入する。次に、電源22により電極6、7間に高周波電圧またはパルス電圧を印加することによって、反応管4内の放電空間21に高周波電界またはパルス電界を発生させて印加し、この高周波電界またはパルス電界により大気圧近傍の圧力下(93.3~106.7kPa(700~800Torr))で放電空間21にグロー状の放電を発生させる。この後、グロー状の放電でプラズマ生成用ガスがプラズマ化されてプラズマ活性種を含むプラズマ3が放電空間21で連続的に生成される。この後、反応管4内で生成されたプラズマ3を吹き出し口5から下方に向かってジェット状に連続的に流出させると共にこのプラズマ3を吹き出し口5の下側に配置された被処理物の表面(上面)の全面に亘って吹き付けて供給することによって、プラズマ3中に生成されたラジカル等の活性種のエッチング(スパッタリング)により、上記のような表面処理を行うことができるものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなプラズマ処理装置9において、吹き出し口5は反応管4の幅広方向と平行方向に長く且つ反応管4の幅狭方向と平行方向に短いスリット形状に形成されており、吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3も帯状あるいはカーテン状に吹き出されることになる。従って、吹き出し口5の幅広方向の寸法よりも短い幅寸法の被処理物を表面処理する場合は、被処理物の上方において反応管4を被処理物に対して略水平に複数回移動させなければ、被処理物の表面の全面に亘って略均一にプラズマ3を吹き付けて供給することができる。しかしながら、吹き出し口5の幅広方向の寸法よりも長い幅寸法の被処理物を表面処理する場合は、被処理物の上方において反応管4を被処理物に対して略水平に複数回移動させなければ、被処理物の表面の全面に亘って略均一にプラズマ3を吹き付けて供給することができないものである。

【0008】例えば、吹き出し口5の幅広方向の寸法が

50mmの場合で、直径4インチ(約100mm)の円盤状の被処理物を表面処理する場合では図6に矢印で示すように反応管4を往復移動させていた。すなわち、被処理物1の上方において反応管4を被処理物1に対して略水平に一回移動させることによって、被処理物1の表面の略半分にプラズマ3を吹き付けて供給した後、被処理物1の上方において反応管4を被処理物1に対して略水平にもう一回移動させることによって、被処理物1の表面の残りの略半分にプラズマ3を吹き付けて供給して表面処理を行うようにしていた。また、直径8インチの被処理物1を表面処理する場合ではさらに反応管4を数回移動させるようにしていた。

【0009】しかし、上記の方法では、一回目のプラズマ3が吹き付けられる位置と二回目のプラズマ3が吹き付けられる位置とを正確に分けることが難しく、一回目のプラズマ3の吹き付けと二回目のプラズマ3の吹き付けとの両方が行われる重なり代35が発生することになり、この重なり代35の箇所では表面処理が過剰に行われるものであった。従って、上記のようなアッシングを行った場合、重なり代35の箇所でもフォトレジスト31が過剰にアッシングされることになり、図7(a)に示すように重なり代35の箇所でも溝部36が形成されることがあった。また、重なり代35が発生しないように、一回目のプラズマ3が吹き付けられる位置と二回目のプラズマ3が吹き付けられる位置とを離すようにすると、全くプラズマ3が供給されずに表面処理が行われない部分が発生し、上記のようなアッシングを行った場合、フォトレジスト31に図7(b)に示すように表面処理が行われない部分で突条部37が形成されることがあった。

【0010】このように図5に示すような大気圧近傍の圧力下で生成したプラズマ3を吹き出して被処理物1に供給するプラズマ処理装置9を用いて、吹き出し口5よりも幅広の被処理物1を表面処理する場合、被処理物1の表面の全面に亘って均一にプラズマ3を供給することが難しく、均一な表面処理を行うことができないという問題があった。

【0011】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、被処理物の表面の全面に亘って略均一にプラズマ3を供給することができて均一な表面処理を行うことができる表面処理装置及び表面処理方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る表面処理装置は、片側を吹き出し口5として開放した筒状の反応管4と、複数の電極6、7とを具備し、電極6、7間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管4内にプラズマ3を生成すると共に反応管4内に生成されたプラズマ3を吹き出し口5から吹き出して被処理物1の表面に吹き付けるためのプラズマ処理

装置9、及び反応管4と被処理物1の少なくとも一方を被処理物1の表面に対して略平行に移動させながら被処理物1を回転あるいは旋回させるための駆動装置8を備えることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明の請求項2に係る表面処理装置は、請求項1の構成に加えて、電極6、7を反応管4の外側に設けて成ることを特徴とするものである。

【0014】本発明の請求項3に係る表面処理方法は、筒状の反応管4の片側を吹き出し口5として開放し、複数の電極6、7を具備し、電極6、7間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管4内にプラズマ3を生成すると共に反応管4内に生成されたプラズマ3を吹き出し口5から吹き出して被処理物1の表面に吹き付ける表面処理方法において、反応管4と被処理物1の少なくとも一方を被処理物1の表面に対して略平行に移動させながら被処理物1を回転あるいは旋回させて、吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3を被処理物1の表面に吹き付けることを特徴とするものである。

【0015】また、本発明の請求項4に係る表面処理方法は、請求項3の構成に加えて、電極6、7を反応管4の外側に設けることを特徴とするものである。

【0016】また、本発明の請求項5に係る表面処理方法は、請求項3又は4の構成に加えて、プラズマ3を被処理物1の表面に吹き付けることによって、レジストアッシングと被処理物1の洗浄の少なくとも一方を行うことを特徴とするものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0018】図1(a)(b)に示すように、本発明は大気圧近傍の圧力下でプラズマ3を生成するためのプラズマ処理装置9と、反応管4を略水平に移動させると共に被処理物1を略水平に回転あるいは旋回させるための駆動装置8と、表面処理前の被処理物1を収納するための処理前収納部40と、表面処理後の被処理物1を収納するための処理後収納部41とを備えて形成されている。

【0019】プラズマ処理装置9は図5(a)に示すように、反応管4と、反応管4の外側に配置された複数個(一対)の電極6、7と、電極6、7の間に電圧を印加するための電源22とを備えて形成されている。電極6、7はインピーダンス整合回路(図示省略)を介して電源22と電気的に接続されている。また、電極6、7の間に対応する位置において反応管4内には放電空間21が形成されている。尚、電極6、7はそれぞれ一個ずつ以上あれば何個あっても良い。

【0020】図5(a)に示すように、反応管4は高融点の誘電体材料(絶縁材料)で扁平形状の略角筒状に形成されるものである。反応管4を構成する誘電体材料の誘電率は放電空間21におけるプラズマの低温化の重要

な要素であって、具体的には誘電体材料として石英、アルミナ、イットリア部分安定化ジルコニウムなどのガラス質材料やセラミック材料などを例示することができる。また、反応管4の上面はガス導入口23として略全面に亘って開放されていると共に反応管4の下面は吹き出し口5として略全面に亘って開放されている。この吹き出し口5及びガス導入口23は反応管4内の放電空間21と連通して形成されている。

【0021】そして、図5(b)に示すように、吹き出し口5は反応管4の幅広方向と平行方向に長く且つ反応管4の幅狭方向と平行方向に短いスリット形状に形成されており、これにより、吹き出し口5からカーテン状で幅広のプラズマ3を吹き出すことができるものである。従って、このプラズマ3を被処理物1の表面に吹き付けることによって、被処理物1の表面にプラズマ3を局所的(例えば50mm長の帯状)に供給してレジストアッシングや被処理物1の洗浄(クリーニング)などの表面処理を行うことができるものである。尚、反応管4は細い円筒状に形成してもよい。また、吹き出し口5の大きさは例えば直径3mmにしたり、吹き出し口5の幅広方向の寸法を10~100mmにしたりすることができる。

【0022】電極6、7は、例えば、銅、アルミニウム、真鍮、耐食性の高いステンレス鋼(SUS304など)などの導電性の金属材料で形成することができる。また、電極6、7はリング状(環状)に形成されているが、その内周形状は反応管4の外周形状に合致するように形成されている。そして、電極6、7の内側に反応管4を挿着することによって、反応管4の外周に電極6、7を取り付けることができる。この時、各電極6、7の内周面は反応管4の外周面に全周に亘って接触させるものであり、これにより、電極6、7を反応管4の外周面に全周に亘って接触させない場合に比べて、電極6、7と反応管4の接触面積が大きくなって接触性を向上させることができ、電極6、7間に電圧を印加した際に放電空間21に放電が発生しやすくなってプラズマ3の生成効率を高めることができるものである。また、反応管4の外側に電極6、7を設けることによって、電極6、7がプラズマ3によるスパッタリングや腐食作用を受けないようにすることができ、電極6、7のスパッタリングにより生じる汚染物質で被処理物1が汚染されないようにすることができると共に電極6、7の長寿命化を図ることができるものである。尚、電極6、7の間隔はプラズマを安定に生成するために3~20mmに設定するのが好ましい。また、電極6、7は金めっきなどが施されていても良い。

【0023】電源22としては、高周波電圧またはパルス電圧を発生し、且つ放電空間21でプラズマ3を連続的に生成するのに必要な電圧を電極6、7間に印加することができるものを用いる。高周波電圧は休止時間(電

圧が一定で定常状態になっている時間)が無いかほとんど無い電圧波形(例えば、正弦波)を有するものであり、パルス電圧は休止時間のある電圧波形を有するものである。また、放電空間21でプラズマ3を連続的に生成するのに必要な電圧は反応管4の厚みや放電空間21の大きさやプラズマ生成用ガスの組成等によって異なるので適宜設定すればよいが、例えば、0.5~5kVに設定することができる。

【0024】電極6、7間に印加する電圧として高周波電圧を用いると、電源22として用いる電源装置の構造を簡素化することができると共に電極6、7間に印加する電圧の周波数や放電空間21に供給する電力の大きさ等を容易に調整することができるので好ましい。また、電極6、7間に印加する電圧としてパルス電圧を用いると、電源22として用いる電源装置の構造が複雑化するので、電界による荷電粒子の加速が無い時間があるので、荷電粒子が放電空間21に滞在する時間が長くなり、放電空間21における放電が容易に起こりやすくなって放電効率が上がりプラズマ3を容易に生成することができるので好ましい。特に、Heを放電空間21に導入しない場合は、Heを放電空間21に導入する場合よりも絶縁破壊電圧が高くなり、放電が発生しにくくなるので、パルス電圧を用いるのが好ましい。

【0025】プラズマ生成用ガスとしては希ガスと反応性ガスの混合ガスを用いる。反応性ガスとしてはCF<sub>4</sub>などのフッ素化合物や酸素(O<sub>2</sub>)や水素(H<sub>2</sub>)などをそれぞれ単独で用いたりあるいは複数種併用したりすることができるが、反応性ガスの一部又は全部としてフッ素化合物を使用すると、反応性の高いフッ素の活性種を含むプラズマ3を生成することができ、表面処理を効率的におこなうことができ表面処理の処理速度を高くすることができるものである。また、反応性ガスとして酸素や水素を用いることによって、プラズマ3中の電子を酸素や水素のガスで吸着することができ、プラズマ3中の電子密度を低減することができるものであり、従って、半導体素子(半導体チップ)を搭載した被処理物1に表面処理を行う場合であっても、半導体素子に電子によるチャージアップダメージが発生するのを防止することができるものである。

【0026】プラズマ生成用ガスの希ガスとしてはHe、Ne、Ar、Kr、Xeなどをそれぞれ単独で用いたり複数種を併用したりすることができるが、安価なArのみを用いるのがコスト面で好ましい。電極6、7間に印加する電圧がパルス電圧の場合は放電効率が高いので、プラズマ生成用ガスの希ガスとしてArのみを用いてもよい(もちろんHeを併用しても良い)。しかしながら、電極6、7間に印加する電圧が高周波電圧の場合は放電効率がパルス電圧に比べて高くないので、プラズマ生成用ガスの希ガスとしてHeとArを併用するのが好ましい。このようにプラズマ生成用ガスの希ガスとし

てHeとArを併用すると、Heにより放電空間21における絶縁破壊電圧が低くなってそれだけ放電効率を高くすることができてプラズマ3を容易に生成することができ、プラズマ3の生成効率が高まって表面処理の処理速度などの性能を向上させることができるものである。

【0027】プラズマ生成用ガスの希ガスとしてHeとArを併用する場合は、プラズマ生成用ガスに占めるHeの混合比率を30vol%以下にするのが好ましい。プラズマ生成用ガスに占めるHeの混合比率が30vol%を超えるとコストアップにつながる恐れがあり、しかも、Heの方がArよりも原子量が小さいためにガス全体としての平均原子量が小さくなるものであり、よって、吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3の被処理物1への到達速度が低下して、被処理物1にプラズマ3が到達する前に、表面処理を行う活性種が死滅する割合が大きくなって表面処理の性能が低下する恐れがある。従って、プラズマ生成用ガスに占めるHeの混合比率を30vol%以下にするのが好ましい。また、放電効率を向上させるためにプラズマ生成用ガスに占めるHeの混合比率は10vol%以上にするのが好ましい。

【0028】また、上記のようにプラズマ生成用ガスの希ガスとしてArのみを用いる場合は、Arの方がHeよりも原子量が大きいために、Heと併用した場合に比べて、ガス全体としての平均原子量が大きくなるものであり、よって、吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3の被処理物1への到達速度が向上して、被処理物1にプラズマ3が到達する前に、表面処理を行う活性種が死滅する割合が小さくなって表面処理の性能を高くすることができる。

【0029】反応管4に導入されるプラズマ生成用ガスの全体(希ガスと反応性ガスの合計量)に占める反応性ガスの混合比率は0.1~10vol%に設定するのが好ましく、より好ましくは2~5vol%に設定する。プラズマ生成用ガスに占める反応性ガスの混合比率が0.1vol%未満であれば、プラズマ3に含まれる反応性の高い活性種の量が少なくなり、表面処理の処理速度が低下する恐れがあり、プラズマ生成用ガスに占める反応性ガスの混合比率が10vol%を超えると、相対的に希ガスの量が少なくなって放電が不安定になり、効率よくプラズマ3を生成することができなくなる恐れがある。

【0030】そして、上記のようなプラズマ処理装置9では次のようにしてプラズマ3を吹き出すことができる。まず、ガス導入口23から反応管4内にプラズマ生成用ガスを導入すると共にプラズマ生成用ガスを反応管4内で上から下に向かって流して放電空間21に導入する。次に、電源22により電極6、7間に高周波電圧またはパルス電圧を印加することによって、反応管4内の放電空間21に高周波電界またはパルス電界を発生させて印加し、この高周波電界またはパルス電界により大気

圧近傍の圧力下(93.3~106.7kPa(700~800 Torr))で放電空間21にグロー状の放電を発生させる。この後、グロー状の放電でプラズマ生成用ガスがプラズマ化されてプラズマ活性種を含むプラズマ3が放電空間21で連続的に生成される。そして、このようにして生成されたプラズマ3を吹き出し口5から下方に向かってジェット状に連続的に流出させる。このようにして吹き出し口5からカーテン状あるいは帯状にプラズマ3を吹き出すことができるものである。

【0031】上記のようにプラズマ3を生成するにあたって、電源22により電極6、7間に印加される高周波電圧あるいはパルス電圧の周波数は1kHz~200MHzに設定するのが好ましい。高周波電圧あるいはパルス電圧の周波数が1kHz未満であれば、放電空間21での放電を安定化させることができなくなり、クリーニング処理を効率よく行うことができなくなる恐れがある。また、高周波電圧あるいはパルス電圧の周波数が200MHzを超えると、放電空間21でのプラズマ3の温度上昇が著しくなり、反応管4や電極6、7の寿命が短くなる恐れがあり、しかも、被処理物1が熱的損傷を受けたり、プラズマ処理装置9が複雑化及び大型化する恐れがある。

【0032】また、放電空間21に供給される(印加される)電力の密度は20~3500W/cm<sup>3</sup>に設定するのが好ましい。放電空間21に供給される電力の密度が20W/cm<sup>3</sup>未満であれば、放電空間21でプラズマ3を十分に発生させることができなくなり、逆に、放電空間21に供給される電力の密度が3500W/cm<sup>3</sup>を超えると、放電空間21で安定した放電を得ることができなくなる恐れがある。尚、電力の密度(W/cm<sup>3</sup>)は(放電空間21に供給される電力/放電空間21の体積)で定義される。

【0033】駆動装置8は、走行レール42と回転テーブル43とを備えて形成されている。走行レール42は回転テーブル43の上方において水平に長く配設されるものであり、且つ走行レール42は回転テーブル43の中心を通して回転テーブル43を横切るように配設されている。また、走行レール42には走行体(図示省略)が設けられており、走行体はモータ等の駆動手段により走行レール42を走行するように走行駆動自在に形成されている。そして、上記のプラズマ処理装置9の反応管4を走行体に取り付けることによって、プラズマ処理装置9は走行レール42に沿って水平方向に移動自在に形成されている。この時、反応管4の吹き出し口5は下方に向けて開放するようにするものであり、且つ反応管4の幅広方向が走行レール42の長手方向と平行になるようにするものである。従って、吹き出し口5の幅広方向が走行レール42の長手方向と平行になり、且つプラズマ処理装置9及び反応管4は吹き出し口5の幅広方向と平行に水平移動することになる。

【0034】走行レール42を移動するプラズマ処理装置9は一定の速度で移動が可能であり、且つ移動途中においても移動速度が自由自在に変換することができるようにするのが好ましく、このために、走行レール42としてロボット栈のようなものを用いるのが好ましい。プラズマ処理装置9の移動速度は例えば0~100mm/secの範囲で可変できることが好ましいが、この範囲に限定されるものではない。

【0035】回転テーブル43は円盤状に形成されるものであって、その中心には下方に突出する軸部44が設けられている。また、軸部44の下端はモータ等の駆動手段に連結されており、これにより、回転テーブル43は水平面で回転駆動自在に形成されている。また、回転テーブル43は一定の速さで回転が可能であり、且つ回転途中においても単位時間当たりの回転数が可変にできるものが好ましい。回転テーブル43の単位時間当たりの回転数は例えば0~500RPMの範囲で可変できることが好ましいが、この範囲に限定されるものではない。

【0036】回転テーブル43の大きさは被処理物1の大きさや形状や個数によって適宜変更する。被処理物1の大きさとしては例えば直径3~15mmや1m角のもの等が考えられるが、生産性を考慮するとできるだけ多くの被処理物1が載せられるように回転テーブル43を設計する。例えば、被処理物1が1m角であれば1枚載せることができるように回転テーブル43を設計したりすることができ、また、被処理物1が直径15インチであれば、直径800mmの回転テーブル43を作って2枚の被処理物1を載せることができるようにすることができる。

【0037】処理前収納部40と処理後収納部41には複数個の収納部45が設けられており、各収納部45に表面処理前の被処理物1あるいは表面処理後の被処理物1を収納することができるように形成されている。

【0038】そして、上記の表面処理装置を用いて、吹き出し口5の幅広方向の長さよりも長い直径を有する円盤状の被処理物1を表面処理するにあたっては、次のようにして行う。まず、処理前収納部40からロボットアーム等を用いて複数個の被処理物1を取り出して回転テーブル43の上に載置する。次に、回転テーブル43を軸部44を中心として回転させる(図1に矢印イで示す)ことによって、軸部44を中心として回転テーブル43の上に載せられた被処理物1を水平面で旋回させる。次に、上記のようにプラズマ3を反応管4の吹き出し口5から吹き出しながら、プラズマ処理装置9を走行レール42に沿って走行レール42の一端側から他端側に水平に移動させる(図1に矢印ロで示す)。このようにして被処理物1を水平面で旋回させながら反応管4を水平に移動させ、反応管4を被処理物1の表面(上面)と平行に移動させることによって、回転テーブル43の

上の被処理物1の表面(上面)に反応管4の吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3を吹き付けて供給し、被処理物1の表面処理をおこなうことができる。この後、ロボットアーム等を用いて表面処理後の被処理物1を回転テーブル43から処理後収納部41に収納し、次工程などに送るようにする。

【0039】上記のように表面処理を行うにあたって、被処理物1の回転速度(回転テーブル43の周速度)とプラズマ処理装置9の移動速度を同調させるようにして、均一な表面処理を行う。そして、回転テーブル43の単位時間当たりの回転数、プラズマ処理装置9の移動速度、被処理物1の大きさ(特に、プラズマ処理装置9の移動方向と平行方向の寸法)や回転テーブル43上に載せた被処理物1の個数、吹き出し口5の幅広方向の寸法(プラズマ処理装置9の移動方向と平行方向の寸法)などを考慮し、シミュレーションや実験によりニーズにマッチした最適値や最適形状を設定して上記の同調を得るようにする。例えば、回転テーブル43の周速度をプラズマ処理装置9の移動速度よりも大きく設定し、プラズマ処理装置9が回転テーブル43を一回横切るまでに回転テーブル43が複数回回転するように形成することによって、一つの被処理物1に対してプラズマ3がその吹き付け位置を変化しながら複数回吹き付けられるようにする。この場合、回転テーブル43の周速度を高速にするなどして、プラズマ処理装置9の移動速度よりも回転テーブル43の周速度を非常に大きく設定し、一つの被処理物1に対してプラズマ3がその吹き付け位置を変化しながら多数回吹き付けられるようにすることにより、均一性の高い表面処理を行うことができるものである。

尚、一つの被処理物1に対してプラズマ3を複数回吹き付けて従来と同様のアッシングを行う場合は、一回のプラズマ3の吹き付けでアッシングする量を小さくするものである。

【0040】このように被処理物1を水平面で回転させながら反応管4を水平に移動させて、回転テーブル43の上の被処理物1の表面に反応管4の吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3を吹き付けて供給することによって、吹き出し口5の幅広方向の寸法よりも長い幅寸法を有する被処理物1を表面処理する場合であっても、被処理物1の表面の全面に亘ってプラズマ3を略均一に吹き付けて供給することができ、従来のようにプラズマ3が極端に重なって吹き付けられたりプラズマ3が全く吹き付けられなかったりする箇所が被処理物1に発生することがなくなって、均一な表面処理をおこなうことができるものである。すなわち、被処理物1の表面においてプラズマ3が重なって吹き付けられる箇所(位置)が徐々に変化してスムーズにすることができ、プラズマ3が重なって吹き付けられる箇所(の継ぎ目)が目立たなくなり、均一性が増大するのである。

【0041】上記のように被処理物1が回転テーブル4

3よりも非常に小さい場合は、回転テーブル43に複数個の被処理物1を載せて表面処理することができるが、被処理物1が回転テーブル43よりも若干小さいだけで回転テーブル43に1個の被処理物1しか載せることができない場合もあるが、この場合は、図2に示すように、回転テーブル43の中心と被処理物1の中心とを合致させて被処理物1を回転させながら上記と同様に被処理物1の回転速度(回転テーブル43の周速度)とプラズマ処理装置9の移動速度を同調させるようにして表面処理を行うものである。

【0042】本発明の表面処理方法及び表面処理装置は、大サイズ(8インチ程度)のシリコンウエハーのレジスト剥離やプラズマディスプレイ(PDP)用フォトマスク(例えば1m角のもの)のレジスト剥離などに利用することができる。また、実装基板の表面に半導体チップを実装するフリップチップ実装方法を行う際の洗浄に本発明を適用することができる。また、被処理物1の形状は円盤状に限らず、平面視で正方形などの四角形のものなど、吹き出し口5の幅広方向の寸法よりも長い幅寸法を有するものであればどのようなものでも適用することができる。もちろん、吹き出し口5の幅広方向の寸法よりも小さな幅寸法を有する被処理物1に本発明を適用してもよい。

【0043】次に、本発明の具体的な一例を示す。

【0044】図5(a)(b)に示すプラズマ処理装置9を用いた。反応管4としては角筒状の石英ガラス管を用い、外寸法を58×3.2mm、内寸法を56×1.2mmに形成した。従って、吹き出し口5は幅広方向の寸法が56mm、幅狭方向の寸法が1.2mmに形成されている。また、上側の電極6と下側の電極7は銅製であって、表面に金めっきを施したものを用いた。また、反応管4の長手方向(上下方向)と平行方向において、上側の電極6の長さ(高さ寸法)を30mm、下側の電極7の長さ(高さ寸法)を15mmにそれぞれ形成し、電極6と電極7の間を5mm離して反応管4の外側に配置した。さらに、電極6、7に冷媒として純水を供給して冷却した。そして、電極6が高圧電極に、電極7が低圧(接地)電極となるように電源22と電気的に接続した。

【0045】プラズマ生成用ガスはHeとArと酸素の混合ガスを用いた。この時、Heの流量を0.25リットル/分、Arの流量を1.25リットル/分、酸素の流量を0.022リットル/分とし、この割合でHeとArと酸素を混合した後反応管4に導入した。そして、大気圧下で電極6、7間に周波数が13.56MHzの高周波電圧(正弦波の波形)を印加して100Wの電力を電極6、7間の放電空間21に供給することにより、反応管4内の放電空間21でグロー状の放電を発生させると共にこの放電により放電空間21にプラズマ3を生成し、このプラズマ3を吹き出し口5からジェット状に

吹き出すようにした。

【0046】被処理物1としては直径4インチ(10、2cm)の円盤状のシリコンウェハーである半導体基板30の片側の表面の全面に亘って厚み1 $\mu$ mのネガ型のフォトリソスト31を形成したものをを用いた。

【0047】そして、図1(a)(b)に示すように、直径400mmの回転テーブル43の上に被処理物1を5個並べて載置し、回転テーブル43を500mm/秒の一定の周速度で回転させることによって被処理物1を水平面で回転させると共に、回転テーブル43の上方を横切るようにプラズマ処理装置9を水平に10mm/秒の一定の速度で移動させることによって、反応管4の吹き出し口5から吹き出されるプラズマ3を被処理物1の表面に吹き付けて供給し、被処理物1の表面処理を行った。

【0048】図6に示す従来の方法では、図7(a)(b)に示すようにフォトリソスト31に溝部36や突条部37が筋状に形成されたが、本発明を用いるとフォトリソスト31の表面に溝部36や突条部37が見えなくなりフォトリソスト31の表面を均一に表面処理(アッシング)することができた。

【0049】

【発明の効果】上記のように本発明の請求項1の発明は、片側を吹き出し口として開放した筒状の反応管と、複数の電極とを具備し、電極間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管内にプラズマを生成すると共に反応管内に生成されたプラズマを吹き出し口から吹き出して被処理物の表面に吹き付けるためのプラズマ処理装置、及び反応管と被処理物の少なくとも一方を被処理物の表面に対して略平行に移動させながら被処理物を回転あるいは旋回させるための駆動装置を備えるので、駆動装置によって反応管と被処理物の少なくとも一方を被処理物の表面に対して略平行に移動させながら被処理物を回転あるいは旋回させて、吹き出し口から吹き出されるプラズマを被処理物の表面に吹き付けることによって、反応管の吹き出し口よりも幅広の被処理物であっても被処理物の表面の全面に亘って略均一にプラズマを供給することができ、均一な表面処理を行うことができるものである。

【0050】また、本発明の請求項2の発明は、電極を反応管の外側に設けるので、電極がプラズマによるスパッタリングや腐食作用を受けないようにすることができ、電極のスパッタリングにより生じる汚染物質で被処理物が汚染されないようにすることができると共に電極の長寿命化を図ることができるものである。

【0051】また、本発明の請求項3の発明は、筒状の反応管の片側を吹き出し口として開放し、複数の電極を具備し、電極間に電圧を印加することによって大気圧近傍の圧力下で反応管内にプラズマを生成すると共に反

応管内に生成されたプラズマを吹き出し口から吹き出して被処理物の表面に吹き付ける表面処理方法において、反応管と被処理物の少なくとも一方を被処理物の表面に対して略平行に移動させながら被処理物を回転あるいは旋回させて、吹き出し口から吹き出されるプラズマを被処理物の表面に吹き付けるので、反応管の吹き出し口よりも幅広の被処理物であっても被処理物の表面の全面に亘って略均一にプラズマを供給することができ、均一な表面処理を行うことができるものである。

【0052】また、本発明の請求項4の発明は、電極を反応管の外側に設けるので、反応管の外側に設けた電極間に印加することによって、電極がプラズマによるスパッタリングや腐食作用を受けないようにすることができ、電極のスパッタリングにより生じる汚染物質で被処理物が汚染されないようにすることができると共に電極の長寿命化を図ることができるものである。

【0053】また、本発明の請求項5の発明は、プラズマを被処理物の表面に吹き付けることによって、レジストアッシングと被処理物の洗浄の少なくとも一方を行うので、反応管の吹き出し口よりも幅広の被処理物であっても被処理物の表面の全面に亘って略均一にプラズマを供給することができ、均一なレジストアッシングや洗浄を行うことができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例を示し、(a)は正面の概略図、(b)は平面の概略図である。

【図2】同上の回転テーブルに被処理物を載置した状態を示す斜視図である。

【図3】従来の表面処理方法及び本発明が適用されるシリコンウェハーのエッチング工程を示し、(a)乃至(d)は断面図である。

【図4】従来の表面処理方法及び本発明が適用される現象されたフォトリソストを示す拡大した断面図である。

【図5】本発明及び従来のプラズマ処理装置を示し、(a)は斜視図、(b)は底面図である。

【図6】従来の表面処理方法を示す概略の平面図である。

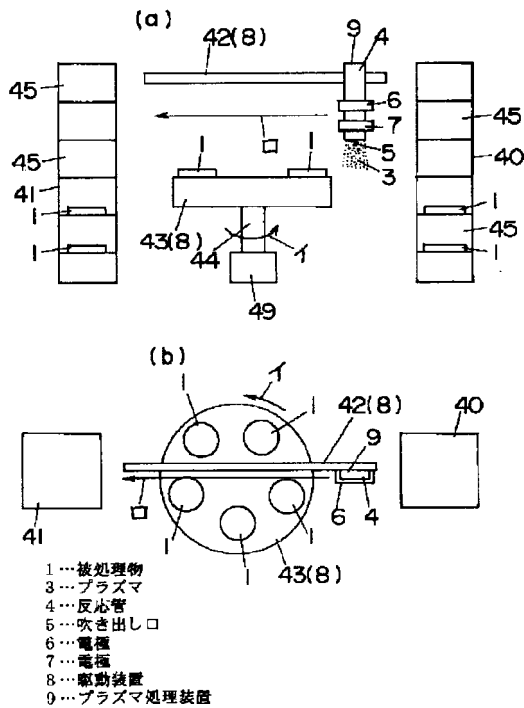
【図7】従来の表面処理方法で生じる問題点を示し、(a)(b)は断面図である。

【符号の説明】

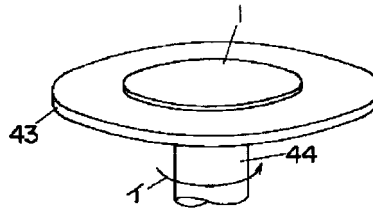
- 1 被処理物
- 3 プラズマ
- 4 反応管
- 5 吹き出し口
- 6 電極
- 7 電極
- 8 駆動装置
- 9 プラズマ処理装置



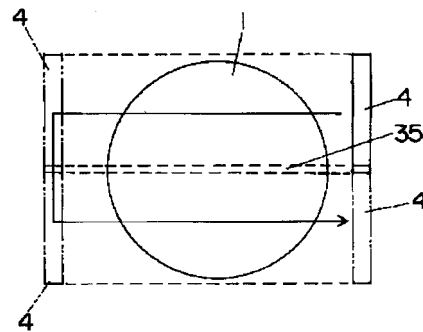
【図1】



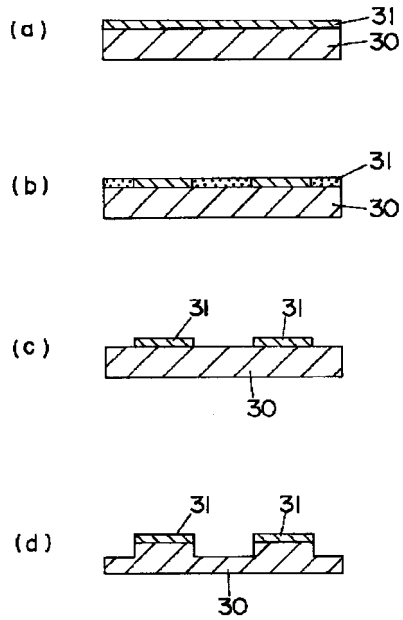
【図2】



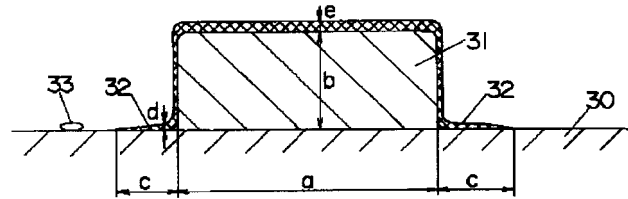
【図6】



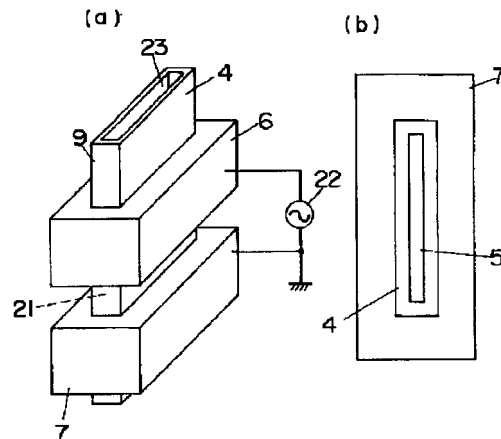
【図3】



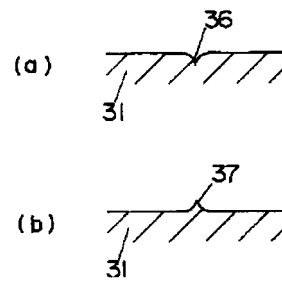
【図4】



【図5】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 澤田 康志  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

F ターム(参考) 2H096 AA25 LA07  
5F004 AA14 BA03 BA20 BB13 BB24  
BD01 CA02 CA05 DA00 DA01  
DA22 DA24 DA26 DA30 DB26  
5F046 MA12